STUDIEN

über die

EIWEISSKÖRPER DER FRAUEN- UND KUHMILCH.

INAUGURAL-DISSERTATION

der

MEDICINISCHEN FACULTÄT ZU STRASSBURG i/E.

zur

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

vorgelegt von

CONSTANTINUS MAKRIS

aus Cyzikus in Propontis.

STRASSBURG

Buchdruckerei H. L. Kayser, Pergamentergasse, 1.

1876.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät zu Strassburg.

Referent: Prof. Dr. HOPPE-SEYLER.

ΤΟΙΣ ΕΜΟΙΣ ΦΙΛΤΑΤΟΙΣ ΓΟΝΕΥΣΙ

ΣΤΑΥΡΩ͂ ΜΑΚΡΗι ΚΑΙ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗι ΜΟΥΔΗι

τεκμήριον εὐγνωμοσύνης καὶ ὑϊκῆς ἀγάπης

τὸ παρὸν πόνημα

ἀνατίθησιν

ὁ συγγραφεύς.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552708_0128

Obwohl die Milch mehrerer Thiere als allgemeines werthvolles Nahrungsmittel von jeher geschätzt und die Kunst aus der Milch Käse und Butter zu bereiten, wohl schon in vorhistorischer Zeit viel geübt sein mag, die Auffindung des leicht krystallisirenden Milchzuckers wenigstens ein Paar Jahrhunderte nachweisbar zurückreicht, ist doch die Kenntniss der Bestandtheile der Milcharten noch eine recht lückenhafte und unsichere und trotz einer grossen Zahl von chemischen Arbeiten über die Eigenschaften und Zusammensetzung dieser Stoffe und der Methoden, sie zu trennen oder den Gehalt der Milch an ihnen zu bestimmen, welche in den letzten 50 Jahren ausgeführt sind, ist besonders hinsichtlich der Eiweisstoffe der Milch von Menschen und Thieren auf manche sehr einfache Fragen eine bestimmte Entscheidung noch nicht erreicht. Dem entsprechend hat auch die Trennung und quantitative Bestimmung dieser Stoffe noch viel Unsicheres, und mehrmals hat sich die Erscheinung wiederholt, dass eine bestimmte Methode, die längere Zeit für ziemlich

untadelhaft gegolten hatte, als ungenau verlassen, eine neue dafür substituirt wurde, nach einiger Zeit aber auch diese das gleiche Schicksal traf. Die Unsicherheit der Methoden hat hauptsächlich ihren Grund in der lückenhaften Kenntniss der Eiweisstoffe der Milch. Aufgefordert von Herrn Prof. Dr. Hoppe-Seyler, in dieser Richtung einige Untersuchungen und Bestimmungen anzustellen, habe ich die in Folgendem zu schildernden Versuche ausgeführt und besonders Rücksicht genommen auf eine Vergleichung der Eigenschaften und der Zusammensetzung der Eiweisstoffe in der menschlichen und der Kuhmilch.

Ehe ich zur Beschreibung meiner Vesuche übergehe, will ich nur kurz die bisherigen Resultate der Untersuchungen und Anschauungen über die Bestandtheile der Milch und ihre quantitative Bestimmung resumiren, ohne hierbei diejenigen Methoden zu berücksichtigen, welche eine Bedeutung überhaupt nicht erlangt haben oder als fehlerhaft sofort zu erkennen sind. Auch die Eigenschaften des Kaseins, Albumins, des Milchzuckers und der Fette, soweit sie nicht in Frage kommen bei den Versuchen der quantitativen Bestimmung, will ich ausser Acht lassen und mich daher gleich zu den vorgeschlagenen quantitativen Methoden wenden, dann erst einzelne Eigenschaften der Eiweisstoffe, die auf die Bestimmung von Einfluss sind, in Betracht ziehen.

Viele der angegebenen Methoden haben nur den Zweck, schnell einen Aufschluss über den ungefähren Gehalt einer Milch an Käsestoff und Butter zu gewähren, andere sollen möglichst exacte Werthe geben.

Unter den letztern steht jedenfalls oben an die Methode von Haidlen. (*)

Gebrannter Gyps wird zuerst befeuchtet, dann zu Pulver gerieben, so lange getroknet, bis er nicht mehr an Gewicht verliert. Von diesem Pulver wird zu der zu untersuchenden Milch $^1/_5$ des Gewichts zugesetzt und letztere durch vorsichtiges Erwärmen zum Gerinnen gebracht, dann auf dem Wasserbade bis zur Trockene eingedampft der Rückstand gewogen und so der Wassergehalt bestimmt. Die trockene Masse wird sodann zu Pulver zerrieben und daraus die Fette durch Aether, der Milchzucker und lösliche Salze durch heissen Alkohol von 0,85 spec. Gew. ausgezogen, der Käsestoff und die unlöslichen Salze bleiben zurück. Zur Bestimmung der Gesammtmenge der Asche wird eine Portion Milch besonders eingeäschert. Durch diese Methode werden wohl alle Eiweisstoffe gefällt und das Spritzen bei der Abdampfung vermieden, sie hat aber die Nachtheile, dass die Extraction des Milchzuckers sehr anhaltende und häufige Anwendung neuer Alkoholportionen erfordert, zum Trocknen nicht über 110° erhitzt werden darf, da sonst Krystallwasser vom Gyps entweicht, die Eiweisstoffe nicht getrennt, sondern die Summe beider bestimmt wird, die Menge der in den Eiweisstoffen bei der Extraction mit Alkohol zurückbleibenden Salze sich schwer bestimmen lässt, wenn nicht in einer besondern Portion die Summe der Asche

(*) Wöhler und Liebig, Ann. der Chemie und Pharmacie. 1843. p. 274.

und im Alkoholauszuge der Aschgehalt festgestellt werden. Es leidet also diese Methode an mancherlei praktischen Schwierigkeiten und ist sehr umständlich, gestattet aber eine ziemlich genaue Bestimmung der in Aether löslichen Stoffe und der Summe der Eiweisstoffe, wenn die Asche des Alkoholauszugs und ausserdem die Asche der ganzen Milch bestimmt werden.

Le Cannu (*) hat für die Analyse, besonders der Frauenmilch, folgendes Verfahren eingeschlagen:

20 Gramm Milch werden mit 25 Gramm Alkohol von 90 % drei- bis viermal geschüttelt, dann mit einer Glasscheibe bedeckt, 4 bis 5 Stunden stehen gelassen, darauf filtrirt und der Niederschlag mit Alkohol von 70 % mehrmals ausgewaschen: der Rückstand wird getrocknet und durch Aether in Fett und Kasein zerlegt, das alkoholische Filtrat wird zur Bestimmung des Milchzuckers eingedampft. Diese Methode ist durchaus ungenau. Die Eiweisskörper der Milch werden durch so verdünnten Alkohol nicht allein unvollkommen gefällt, sondern auch beim Waschen lösen sie sich immer weiter und gehen in das Filtrat über; die Quantität derselben muss also kleiner gefunden werden als sie es in der That ist. Das alkolische Filtrat gibt eingedampft nicht allein den Milchzuker, sondern zugleich noch die in Alkohol löslichen Salze, Extractivstoffe und eine geringe Menge der Eiweisskörper, so dass der Werth des Milchzuckers viel zu hoch gefunden wird.

(*) Bouchard et Quevenne, du lait, vol. II. p. 165.

Eine weitere Methode gibt Quevenne (1857) an: 50 Gramm Milch werden auf dem Wasserbade bis auf 85° C. unter beständigem Umrühren mit einem elfenbeinernen Spatel bis zur Trockene eingedampft, die Fette daraus durch Aether und der Milchzucker durch Alkohol von 90% entfernt. Die Nachtheile dieser Methode sind folgende: Es werden weder das Wasser, noch die Fette, noch das Kasein genau quantitativ bestimmt. Das Wasser wird nicht vollkommen abgedampft, die Fette durch die Coagulation des Eiweisses nicht vollständig entfernt, bei der Behandlung mit Alkohol bleibt noch eine beträchtliche Quantität von Salzen im Kasein.

Eine genauere Beschreibung einer von Baumhauer (*) angewandten Methode würde zu weit führen: Soviel aber sei darüber bemerkt, dass eine quantitative Bestimmung des Kasein und des Milchzuckers durch diese Methode nicht erreicht wird, indem durch das aufgegossene warme Wasser Kasein theilweise gelöst und dem Zucker addirt wird.

Die von Hoppe-Seyler(**) angewandte Methode hat mehrere Vortheile, wodurch sie sich von den übrigen auszeichnet. Ungefähr 25—50 C. C. Milch werden mit Wasser auf das zwanzigfache Volumen gebracht, mit verdünnter Essigsäure vorsichtig bis zur beginnenden Gerinnung versetzt und dann vollständig durch einen Strom Kohlensäure präcipitirt. Kasein und Butter

---

(*) Journ. f. pract. Chem. 1861. Bd. 81. S. 145.

(**) Lehrbuch der physiologisch-chemischen Analyse. 2. Aufl.

werden auf einen tarirten Filter gesammelt, durch Aether vollständig die Fette entfernt, das entfettete Kasein mit dem Filter bei 110 bis 120° getrocknet und nach dem Erkalten über Schwefelsäure rasch zwischen zwei abgeschliffenen Uhrgläsern gewogen. In dem wasserhellen Filtrat wird das Albumin nach vorhergegangener Coagulation durch Sieden der Lösung auf kleinem Filter gesammelt, besonders getrocknet und gewogen.

Diese Methode hat zahlreiche Anwendung für physiologische und landwirthschaftlich-chemische Untersuchungen gefunden und empfiehlt sich durch ihre Einfachheit, schnelle Ausführbarkeit und die durch sie gegebene getrennte Bestimmung von Kasein und Albumin. Neuerdings sind aber bei Vergleichung der Ergebnisse dieser Methode mit denen des Haidlen'schen Verfahrens und der Stickstoffbestimmung von Liebermann(*) solche Differenzen gefunden, dass derselbe sie für ganz ungenau hält. Ich komme weiter unten auf diese Methode und ihre Resultate nochmals zurück.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass von allen angegebenen Methoden mehr oder weniger Fehler bestimmt nachgewiesen oder wenigstens behauptet sind und dass man bis jetzt keine exacte Methode besitzt, mittels welcher alle Bestandtheile der Milch unzweifelhaft genau quantitativ bestimmt werden können.

Wir gehen jetzt zu den schnell ausführbaren, lediglich für praktische Zwecke bestimmten Methoden über, von denen wir folgende erwähnen wollen:

(*) Sitzungsberichte der Wiener Acad. d. W. 1875.

Die densimetrische Milchprüfung gibt um so weniger einen Aufschluss über den Gehalt der Milch an den einzelnen Bestandtheilen, als dieselben theils schwerer, theils leichter als Wasser sind, und bei der Prüfung mit dem Aräometer die Fettkügelchen der Milch in unberechenbarer Weise sich an die Glasoberfläche des eingesetzten Instruments anlegen und es heben können. Die Erniedrigung des spec. Gewichts kann ebensowohl einer mit Wasser verfälschten Milch als auch einer mit höherm Fettgehalt versehenen unverfälschten Milch zugeschrieben werden.

Cadet de Vaux (1817) war der erste, der zur Bestimmung des spec. Gewichts der Milch einen Aräometer construirte; ihm folgte Davy's Laktometer in England (1821) und der Milchprober von Greiner in Berlin (1834). Die genannten Aräometer unterscheiden sich nicht wesentlich von einander.

Donné (1843) hat sein Laktoscop nach folgendem Princip construirt: Eine Milch ist um so weniger durchsichtig, je mehr sie Milchkügelchen, also Fett enthält und umgekehrt. Bringt man nun zwischen zwei parallele Glasplatten, die die Wandungen eines Gefässes bilden, und von denen die eine der andern beliebig genähert und wieder von ihr entfernt werden kann, etwas Milch, sieht durch den Apparat nach einer Kerzenflamme und nähert die Wandungen einander, bis man die Kerzenflamme sieht, so wird die Entfernung beider Platten um so geringer sein, je mehr Milchkügelchen sich in demselben Volumen Milch befinden. Da man statt der Anwendung eines solchen kostspieligen Appa-

rates die Milch in einem Apparate mit feststehenden planparallelen Glaswandungen mit Wasser verdünnen kann, bis man eine Kerzenflamme hindurchsieht, oder zu Wasser tropfenweise Milch hinzufügen kann, bis das Flammenlicht nicht mehr erkennbar ist, haben Vogel und ebenso Hoppe-Seyler dies Verfahren in der entsprechenden Weise modificirt. Nur ist wohl zu beachten, dass durch diese Untersuchung allerdings schnell der Milchkügelchengehalt zweier verschiedenen Milchproben verglichen und abgerahmte Milch von nicht abgerahmter schnell und sicher unterschieden werden kann, eine Bestimmung aber selbst des Fettgehaltes nicht erreicht wird, ausser unter ganz bestimmten Voraussetzungen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Halometrische Methode von Reichert (1859) beruht darauf, dass 100 Theile Wasser 36 Theile Kochsalz aufzulösen vermögen. Gelingt es also, festzustellen, wie viel Salz in einer bekannten Flüssigkeit zur Auflösung kommt, so lässt sich daraus der Wassergehalt derselben bestimmen. Die Methode lässt sich ihrer Natur nach nur da anwenden, wo man mit unverfälschter Milch zu arbeiten hat und auch hier leistet sie nur geringe Dienste, da sie über das Verhältniss der festen Milchbestandtheile keine Auskunft zu geben vermag. Den Wassergehalt bestimmt man wohl eben so schnell und jedenfalls genauer durch Abdampfen und Wägen des Rückstandes.

Die von Fuchs (1859) angegebene Methode der Fettbestimmung mittelst eines Centrifugalapparates ist

ungenau, indem nicht alles Fett auf die Oberfläche geschleudert werden kann.

In der neuesten Zeit (1873) verdient Erwähnung die Titrirmethode der sämmtlichen Eiweisskörper in der Milch durch Taninlösung, welche von Professor Almen in Upsala zum erstenmal zur Fällung und quantitativen Bestimmung der Eiweisskörper in der Milch vorgeschlagen wurde. Nachdem es L. Girgensohn(*) misslungen war, die unter verschiedenen pathologischen Umständen im Harne vorkommenden Eiweissstoffe zu titriren, weil sie sich mit Tanin verschieden verbunden hatten, hat E. Taraskowitz in seiner Dissertation in Dorpat (1873) dieselbe für die Eiweissstoffe der Milch in Anwendung bringen wollen. Er gelangte aber zu dem Resultate, dass die Eiweissstoffe aus der Milch verschiedener Thiere sich verschieden mit Tanin verbinden, und verliess desshalb diese Methode. Dagegen schlug er vor, mittelst essigsaurem Kupferoxyd zu titriren. Nach dieser Methode soll 1 Grm. Kupferoxyd mit 4,19 Gramm Kasein sich vereinigen. Weitere Erfahrungen über die Zuverlässigkeit der mit diesem Reagens erhaltenen Resultate sind mir nicht bekannt, doch ist es gewiss wenig wahrscheinlich, dass ein Salz wie essigsaures Kupfer mit Eiweissstoffen constant zusammengesetzte Niederschläge gibt.

Damit schliessen wir die Reihe der Methoden, welche besonders eine schnelle Ausführung bezwecken und bemerken nur noch, dass man aus dem Gehalt der Milch

(*) Vergl. Beiträge zur Albuminometrie Dorpat. 1872.

an einem Bestandtheil keine Schlüsse auf die Güte der Milch ziehen kann, indem dieselben bei verschiedenen Thieren verschieden sind und unabhängig von einander in ihrer Quantität variiren können.

Zum Schluss dieser Zusammenstellung mögen noch einige Bemerkungen über die bisherigen Untersuchungen der Frauenmilch Platz finden:

Aristoteles (*) gibt schon sehr eingehende Beobachtungen über die Verschiedenheit der Milch verschiedener Frauen an. Er sagt, dass die bläuliche Milch der Frauen besser zur Ernährung des Kindes sei als die weisse, und dass die der dunkelhaarigen Frauen heilsamer sei als die der hellfarbigen. Die Ursache hiervon liegt nach seiner Ansicht darin, dass die bläuliche Milch mehr Käsestoff enthält und folglich nahrhafter ist, während die Milch hellfarbiger Frauen weniger Käsestoff enthält und nicht so heilsam sei. Eine weitere Angabe, die allerdings ein sehr grosses physiologisches Interesse hat, ist die Bemerkung, die von ihm zum erstenmal gemacht wurde, dass die erste Frauenmilch mehr salzig sei als die Schafmilch.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts (1771) stellte der Schwede Bergius, der manche Untersuchungen besonders über Frauenmilch anstellte, eine Vergleichung zwischen Frauen- und Kuhmilch an und beobachtete zuerst, dass Frauenmilch durch dieselben Reagentien weit schwieriger als Kuhmilch und dann auch nur unter besonderen Verhältnissen oder gar nicht zum

(*) Aristoteles, Historiae animalium. III. p. 20—21.

Gerinnen gebracht werden kann. Er hatte mit einer Frauenmilch zu thun, die, am Ofen stehend, weder freiwillig noch durch Schwefelsäure, wohl aber durch Salzsäure gerann.

Noch umfangreicher sind die Versuche, welche Voltelen (1797) mit Frauenmilch anstellte. Er fand, dass Frauenmilch, welche von einer 17jährigen Person herrührte, weder durch Salpetersäure noch durch Salzsäure ohne Erwärmen in 24 Stunden gerinne, weiter bei bedeutendem Zusatz von Schwefelsäure beobachtete er einige Gerinsel unter der Rahmhaut, Essigsäure brachte weder kalt noch warm Gerinnen hervor, ebensowenig Citronensaft, Weinstein und Kälberlab, welches Kuhmilch sehr schnell zum Gerinnen brachte, liess die Frauenmilch unverändert, dagegen erzeugte Alkohol in derselben ein durch Aetzkali wieder auflösbares Gerinsel. Eigenthümlich ist seine Angabe, dass Kampfer dem Alkohol zugesetzt diese Wirkung aufhebe. Ein Gemisch von Alkohol und Salpetersäure brachte Frauenmilch zum Gerinnen, das Gerinnsel verschwand nach 24 Stunden, bis neuer Zusatz von Spiritus dasselbe wieder hervorrief.

Stipriaan Luiscius und Bond (1787) fanden, dass Frauenmilch weder durch freie Säuren, noch durch Lab, noch durch elektrische Ströme gerinne, sondern nur durch selbstständiges Sauerwerden und nachheriges Kochen.

Der Irländer Clarke (1788) konnte bei verschiedenen Wärmegraden die Frauenmilch weder durch Mineral- oder Pflanzensäuren noch durch Aufguss von

Kälbermagen oder von Magen neugeborner Kinder zum Gerinnen zu bringen, während Kinderlab Kuhmilch schnell zum Gerinnen brachte. An Frauenmilch, welche er in einer Flasche, zwei Jahre lang in seiner Kammer aufbewahrt hatte, konnte er weder Geschmack noch Geruch nach einer Säure noch ein Gerinnen constatiren.

Payen(*) versuchte das Kasein in der Frauenmilch auf die Weise quantitativ zu bestimmen, dass er die Milch verdampfte, mit Alkohol und Aether die Butter extrahirte, den Rückstand zur Entfernung des Milchzuckers mit lauwarmem Wasser wusch und den Rest als Kasein bestimmte. Die Fehler, welche diese Methode hat, sind folgende: Kasein löst sich in diesem Zustand nicht allein in Wasser, sondern auch in Alkohol. Dadurch bekam er also kleinere Kaseinwerthe als diese Milch in der That enthält.

Simon(**) fällte das Frauen- und Kuhkasein durch Alkohol und machte zuerst aufmerksam auf die Schwerlöslichkeit des letztern in Wasser.

L'Heritier (1842) stellte vergleichende Untersuchungen zwischen Milch von Brünetten und Blondinen, welche in gleicher Weise lebten an, und fand dass die Milch der letztern reicher an festen Bestandtheilen ist; ausserdem untersuchte er Frauenmilch 40 Stunden nach der Entwöhnung des Kindes und fand letztere reicher an festen Bestandtheilen.

(*) Examen comparatif de plusieurs femmes et du lait de chèvres. — 1828. Journal dc chem. médic. IV. p. 118.

(**) De lactis mulieb. rat. chem. et physiol. — Berlin, 1838.

Chevalier und Henry (1844) suchten die von Payen gemachten Fehler für die quantitative Bestimmung des Kasein auf folgende Weise zu vermeiden: Sie coagulirten die Frauenmilch beim Kochen durch Essigsäure, das erhaltene Coagulum behandelten sie mit Alkohol um den Milchzucker und die Butter zu entfernen und bestimmten den Rückstand als Kasein. Es leuchtet aber ein, dass die richtige Quantität der Essigsäure zur vollständigen Fällung des Kasein schwer zu treffen ist, weil ein Ueberschuss derselben das Kasein wieder auflöst und in das Filtrat eine nicht unbeträchtliche Menge von Kasein übergeht, wodurch die Werthe desselben zu klein gefunden werden.

Clemm (1844) und Griffith (1848) analysirten die Milch zu verschiedenen Zeiten nach der Geburt, der erste nach der Methode von Haidlen, letzterer nach einer weniger vollkommenen Methode. Nach den Resultaten Clemms ist die Milch nach den ersten Tagen der Geburt reicher an festen Bestandtheilen, namentlich an Salzen. Die Resultate der Untersuchungen von Clemm haben bleibende Beachtung gefunden, hinsichtlich der Verbesserung der Methode ergeben seine Arbeiten jedoch nichts.

Simon(*) versuchte den Werth der Eiweissstoffe in der Frauenmilch auf folgende Weise zu bestimmen: Er verdampfte die Milch bis zur Trockenheit, eine gewogene Menge des trockenen Rückstandes wurde mit Aether extrahirt, der Rückstand mit warmem und

(*) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. 1844. II. p. 464.

heissem Wasser aufgelöst und abfiltrirt, das Filtrat bis zur Syrupconsistenz verdampft und dann mit 12fachem Volumen Alkohol das Kasein gefällt, das gefällte Kasein mit Wasser digerirt und der dünne Brei mit Spiritus versetzt, der Niederschlag wurde abfiltrirt, getrocknet und gewogen. Nach dieser Methode lässt sich das Kasein wegen seiner Löslichkeit in Alkohol und Wasser nicht genau bestimmen.

Biedert, (*) der vergleichende Untersuchungen zwischen Frauen- und Kuhmilch anstellte, fand, dass Frauenmilch weder durch anorganische noch durch vegetabilische Säuren und einige Salze weder bei gewöhnlicher Temperatur noch durch Siedhitze zum Gerinnen gebracht werden kann, während Kuhmilch unter denselben Umständen meistentheils gerann. In seiner späteren Arbeit (Neuere Untersuchungen und klin. Beob. über Menschen- und Kuhmilch als Kindernahrungsmittel) erhielt er das Kasein durch Alkohol und gibt folgende Unterschiede zwischen Menschen- und Kuhkasein an. Das Kuhkasein stellt in feuchtem Zustande eine weisse Masse dar, in getrocknetem ist es hellgelb hornig, während das Kasein der menschlichen Milch in feuchtem Zustande erdig gelblich, in getrocknetem körnig aussieht. Das Kuhkasein reagirt sauer, das Menschenkasein alkalisch. Letzteres ist löslich, Kuhkasein fast unlöslich in Wasser; künstlicher Magensaft, verdünnte Mineralsäure, Wein-, Milch- und Essigsäure, Chlorkalium und schwefelsaure Magnesia lösten das Frauenkasein mehr oder weniger

(*) Inaug. Diff. Göttingen. 1869.

auf, während das Kuhkasein gar nicht oder nach längerer Einwirkung durch dieselben Lösungsmittel aufgelöst wurde.

Joly und Eilhol(*) glaubten zu finden, dass die Milch nicht stillender Frauen ebenso wie die in der Zeit der Brunst abgesonderte Milch weiblicher Thiere kein Kasein, wohl aber ein dem Hühnereiweiss ähnliches Albumin enthalte.

Bauchard und Quevenne(**) haben sehr eingehende Untersuchungen über die Frauenmilch ausgeführt. Die Reaction fanden sie immer alkalisch, Essigsäure und Salzsäure erzeugten beim Erwärmen ein feines in der mattweissen Flüssigheit zerstreutes blos durch das Mikroskop warnehmbares Gerinsel; schwefelsaure Magnesia wirkte ebenso wie bei der Kuhmilch, nur weniger auffallend. Sie untersuchten ausserdem die Milch einer sehr gut und einer sehr schlecht genährten Amme und fanden, dass die Milch der erstern bei weitem mehr Fett und weniger Wasser enthielt als die der letztern, welche jedoch an Kasein und Milchzuckergehalt in der Milch die der erstern übertraf.

Vernois und Becquerel (l. c. 1857) untersuchten die Frauenmilch in Betreff des Alters, der Constitution, der Zahl der Geburten, der Schwangerschaft, Menstruation, der Haarfarbe, der Nahrung, des Gesundheitszustandes, sowie Milch krankér Personen, die Vor- und Nachmilch. Sie fanden, dass die Milch

---

(*) Compt. rend. XXXVI. 1853. p. 551.

(**) Du lait. II. p. 143—153. 1857.

von Frauen im Alter von 15—20 Jahren mehr feste Bestandtheile hat als die solcher von 30—40; bei schwacher Constitution war der Gehalt der Milch an festen Bestandtheilen normal, bei starker vermindert; die Milch erstgebärender Frauen näherte sich mehr dem physiologischen Mittel, als die der mehrgebärenden, bei schwangeren war gegen Ende der Schwangerschaft die Menge der festen Bestandtheile vermehrt, während am Anfang derselben die Zusammensetzung nicht unverändert war; zur Zeit der Regel war die Dichtigkeit der Milch und der Zuckergehalt vermindert, der Kaseingehalt vorzugsweise vermehrt; die Milch schwarzhaariger Frauen übertraf an festen Bestandtheilen die der Blondinen; mittelmässige Nahrung zeigte den Wassergehalt vermehrt, den Kasein- und Fettgehalt dagegen vermindert; Uebermass von Kasein und Fett begleitete immer einen schlechten Gesundheitszustand; bei mit Lungentuberkulose behafteten Frauen ohne Diarrhöe hatte die Milch eine normale Zusammensetzung, andernfalls war der Fettgehalt erheblich vermindert; Syphilis steigerte die Dichtigkeit der Milch ausserordentlich, verminderte den Fettgehalt und vermehrte die Salze über das normale Verhältniss hinaus; bei andern mit chronischen Krankheiten behafteten Frauen war die Milch wenig verändert, hier schien Kasein und Extractivstoffe auf Kosten des Milchzuckers vermehrt zu sein.

Tolmatscheff(*) versuchte zuerst das Kasein vom

(*) Medic. Chem. Mittheilungen. Herausg. v. Hoppe-Seyler. Tübingen. S. 272.

Eiweiss durch schwefelsaure Magnesia in der Frauenmilch zu trennen und quantitativ zu bestimmen. Abgesehen davon, dass er nur eine solche Analyse gemacht hat, ist von ihm noch Anderes unberücksichtigt geblieben, welches wir weiter unten besprechen werden.

Die Untersuchung des Colostrums der Frauen, welche von Meymott und Didy vorgenommen wurde, bestätigte vollkommen die Angaben von Clemm.(*)

Zusammensetzung des Colostrums:
im Mittel:

Wasser	87,806
Fett	4,021
Casein	3,523
Zucker und Extract	4,265
Salze	0,285
	99,900

Zusamensetzung der Frauenmilch:
im Mittel:

Wasser	84;077
Fett	5,781
Casein	3,228
Zucker und Extract	6,519
Salze, lösliche in Wasser	0,282
„ unlösliche „	0,071
	99,952

(*) Hänle u. Pfeufers Zeitschr. für rat. med. XXXV. p. 296.— 1869.

Brunner(*) versuchte die Eiweissstoffe der Frauenmilch auf folgende Weise zu bestimmen: Er versetzte die Milch mit Essigsäure bis zum Verschwinden ihrer alkalischen Reaction, brachte in die siedende Milch zur vollständigen Fällung des Kasein schwefelsaures Natron und wusch den Niederschlag mit Wasser aus. Seine Methode leidet an zwei Fehlern; erstens werden auf die oben genannte Weise beide Eiweissstoffe gefällt, und zweitens durch Behandeln mit Wasser löst sich Kasein auf und geht in das Filtrat über.

Besondere Beachtung verdienen hier noch die beiden neuesten Arbeiten über die Zusammensetzung der Milch von Nencki(**) und Liebermann(***). Beide versuchten den Eiweissgehalt der Frauenmilch indirect durch den Stickstoffgehalt und direct durch Alkoholfällung (Nencki mit Alkohol von 85 %) zu bestimmen. Im Alkoholfiltrat fand Nencki keine stickstoffhaltigen Substanzen, während nach den Versuchen von Liebermann solche nachzuweisen waren. Durch die Bestimmung vom Stickstoffgehalt den Eiweissgehalt der Frauen- und Kuhmilch zu erfahren, ist in der neuesten Zeit seit Brunner mehrfach versucht. Eine solche Eiweissbestimmung ist unzuverlässig aus folgenden Gründen:

1) In der Kuhmilch ist Nüclein, welches auch stickstoffhaltig ist, aber weniger Stickstoff enthält als Kasein;

(*) Ueber die Zusammensetzung der Frauenmilch. Plüger's Archiv. 2883.

(**) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin. 1875.

(***) Sitzungsberichte der Wien. Akademie der Wissenschaften. II. Juni 1875.

2) In der Frauen- sowohl als in der Kuhmilch sind zwei Eiweissstoffe, Kasein und Albumin, deren Stickstoffgehalt vielleicht nicht derselbe ist;

3) wird bei Berechnung der Menge der Eiweissstoffe aus dem Stickstoffgehalt der unvermeidliche, wenn auch noch so kleine Fehler mit einer sehr grossen Zahl multiplicirt. Ueber den Gehalt der Milch an stickstoffhaltigen Substanzen ausser den Eiweissstoffen wird unten noch die Rede sein müssen.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass Unterschiede zwischen Frauen- und Kuhkasein sicher vorhanden sind, dass man das Frauenkasein bis jetzt noch nicht rein dargestellt und die Eiweissstoffe in der Frauenmilch von einander nicht vollständig abgetrennt und genau quantitativ bestimmt hat. Die Lösung dieser wichtigen Fragen habe ich mir im Nachfolgenden zur Aufgabe gemacht.

I. Quantitative Bestimmung des Kasein und Albumin in der Frauenmilch.

Die zu meinen Untersuchungen verwendete Frauenmilch habe ich von der hiesigen geburtshilflichen Klinik der Universität durch die Güte des Hr. Dr. Zweifel, dem ich hier öffentlich meinen Dank dafür ausspreche, erhalten. Dieselbe war in Anwesenheit einer Hebamme oder zuverlässigen Wärterin entnommen, Constitution, Alter, Zahl der Geburten, Tag nach der Geburt u. s. w. sorgfältig notirt. Die Untersuchung wurde stets sofort

mit der frischen Milch ausgeführt. Was die Reaction der frischen Frauenmilch anbetrifft, so fand ich dieselbe immer alkalisch; sie schwächte sich nach Verlauf einiger Zeit und ging schliesslich in die saure Reaction über. Eine deutliche Gerinnung durch Sauerwerden habe ich niemals beobachten können. Die Farbe der Milch war meistentheils mattweiss, doch manchmal hatte sie einen Stich in's Gelbliche, Bläuliche oder Grünliche. Die zur Untersuchung bestimmte Milch wurde immer in einer Temperatur von 18° Cel. mit einer Burette gemessen und die Untersuchung in zwei, manchmal in drei einander controlirenden Portionen vorgenommen. Was die Fällungsmittel für das Kasein und Albumin anlangt, so wurden sowohl die anorganischen als organischen Säuren bei Seite gelassen, weil sie keine vollkommene, wenigstens keine filtrirbare Gerinnung hervorriefen. Alkohol und Taninlösung wurgen gar nicht berücksichtigt, weil dadurch beide Eiweissstoffe in der Milch gefällt werden. Die Dialyse der Milch konnte ich auch nicht in Betracht ziehen, weil dadurch eine ungefähre Reinigung aber keine Trennung der beiden Eiweisstoffe von einander zu Stande gebracht werden könnte.

Unter diesen Umständen wurde mir von Professor Hoppe-Seyler für die Fällung des Frauenkasein die schwefelsaure Magnesia vorgeschlagen. Wie bekannt, zeigte zum erstenmale Mitscherlich während seines Besuches in Paris (1847), dass durch schwefelsaure Magnesia ein Theil des Kuhkasein gefällt wird und dass das Milcheiweiss unverändert in Lösung bleibt;

Tolmatscheff suchte inder Frauenmilch durch schwefelsaure Magnesia das Kasein durch schwaches Ansäuren und Kochen das Eiweiss zu fällen und quantitativ zu bestimmen. Ich habe mir nun zunächst vorgenommen, die von Tolmatscheff nicht berücksichtigten Fehler zu corrigiren, durch mehrere Analysen im Vergleich zu andern Methoden für die Eiweissbestimmung in der Milch die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit dieser Methode zu constatiren.

Die Fragen, die ich in diesem Abschnitte zu beantworten hatte, sind folgende:

1) Wird das Frauenkasein durch schwefelsaure Magnesia vollständig gefällt?

2) Wird das Milcheiweiss durch schwaches Ansäuren mit Essigsäure und Kochen vollständig coagulirt?

3) Kann man das auf obige Weise gefällte Milcheiweiss von andern Milchbestandtheilen soweit befreien, dass eine quantitative Bestimmung desselben möglich ist?

Um die erste Frage zu lösen, sättigte ich eine Portion Frauenmilch mit schwefelsauren Magnesiakrystallen, wobei ein flockiger Niederschlag entstand, verdünnte dann bis auf das 10fache Volumen mit gesättigter schwefelsaurer Magnesialösung und filtrirte ab, das schwach opalescirende Filtrat säuerte ich mit Essigsäure schwach an, wobei sich ohne Kochen kein Niederschlag zeigte. Hierdurch scheint die erste Frage insofern gelöst, dass alles Kasein in der Frauenmilch durch schwefelsaure Magnesia gefällt werden kann.

Um die zweite Frage, ob das Milcheiweiss durch

schwaches Ansäuren und Kochen vollständig gefällt werden kann, zu beantworten, erhitzte ich das schwach mit Essigsäure angesäuerte Kaseinfiltrat bis zur Siedehitze und bekam dadurch einen flockigen Niederschlag, worin mehrere grössere Coagula suspendirt waren. Ich filtrirte ab, und das klare Filtrat gab mit den Eiweissreagentien z. B. Ferrocyankalium keine Fällung. Auf diese Weise ist die zweite Frage dahin beantwortet, dass alles Albumin durch die angeführte Behandlung vollständig gefällt wird.

Hinsichtlich der Beantwortung der dritten Frage war besonders zu berücksichtigen die Abtrennung der Fette, des Milchzuckers, des Albuminrestes und der Salze, hauptsächlich der grossen Quantität der schwefelsauren Magnesia, die im Filter und Niederschlag zurückbleibt, von dem Kasein. Dieselben Verunreinigungen mussten mit Ausnahme der Fette von dem Milchalbuminniederschlage abgetrennt werden. Die Fette liessen sich sowohl von Kasein- als vom Eiweissrückstand auf dem Filter durch längeres Waschen mit Aether ohne Schwierigkeit und ohne Verlust entfernen. Was die Beseitigung des Milchzuckers, der löslichen Salze und der schwefelsauren Magnesia betrifft, so liessen sich diese Stoffe von Milchalbumin mit destillirtem Wasser vollständig wegwaschen, nicht aber vom Kaseinrückstand, denn es löst sich auch Casein bei dieser Behandlung. Mit gesättigter schwefelsaurer Magnesialösung liess sich zwar dieser Uebelstand vermeiden, dagegen blieb auf dem Filter eine grössere Quantität von schwefelsaurer Magnesia zurück, die sich auf keine

Weise ohne Kaseinverlust entfernen liess. Das daran anhaftende Eiweiss wurde durch gesättigte schwefelsaure Magnesialösung vollständig entfernt.

Von der Richtigkeit der oben angegebenen Resultate überzeugte ich mich wiederholt und stellte mir bei diesen quantitativen Untersuchungen folgende Regeln auf, wonach ich meine quantitativen Bestimmungen des Caseins und Albumins in der Frauenmilch ausführte:

1) Ich fügte zu 20 C. C. Frauenmilch 20 Gramm krystallisirte schwefelsaure Magnesia, wodurch ich eine vollständige Sättigung erreichte;

2) Ich entfernte die Fette nicht auf dem Filter, sondern sofort zuerst durch Hinzufügen zuerst von 40 C. C., dann nach jeder Viertelstunde durch weitern Zusatz von 20 C. C. Aether und durch mehrmaliges Umschütteln und Abgiessen des vorher zugesetzten Aethers, wodurch sich eine vollständige Entfernung der Fette nach Verlauf von einer Stunde erzielen liess.

3) Ich setzte dann 200 C. C. gesättigte schwefelsaure Magnesialösung hinzu und filtrirte durch ein vorher bei 120° C. vollständig getrocknetes und zwischen zwei geschliffenen Uhrgläsern gewogenes Filterchen von schwedischem Papier.

4) Ich wusch das gefällte Kasein zur Entfernung des Milchzuckers viermal mit gesättigter schwefelsaurer Magnesialösung, nachdem ich mich vorher überzeugt hatte, dass im fünften Filtrate weder Milcheiweiss noch Milchzucker vorhanden waren.

5) Ich säuerte das gesammte Filtrat mit Essigsäure an, erhitzte es bis zur Siedehitze und filtrirte dasselbe auf einem wie oben beschriebenen Filterchen, den Milchzucker und die schwefelsaure Magnesia wusch ich mit destillirtem Wasser so lange, bis das Filtrat durch schwaches Ansäuern und Chlorbarium keine Reaction auf Schwefelsäure zeigte.

6) Ich trocknete beide Rückstände im Luftbade bei 120° vollständig, die Differenz zwischen dem Gewichte des Filters mit und ohne Eiweiss war bei Milchalbumin der wirkliche Werth desselben beim Kasein aber das Gewicht desselben nebst dem der bei 120° getrockneten schwefelsauren Magnesia.

7) Um nun den wirklichen Werth des Kasein zu finden, versuchte ich das Filter in einem Platintiegel und erhielt so den Werth der wasserfreien SO_4Mg. Bei 120° ist dies Salz nicht wasserfrei zu erhalten; um mich aber zu überzeugen, wie viel Krystallwasser bei dieser Temperatur zurückgehalten wird, trocknete ich eine Quantität der lufttrocknen Krystalle bei 120° und bestimmte dann den Gewichtsverlust, den sie beim Glühen erlitten. Dieser procentische Wasserverlust wurde dann zur Asche addirt, diese Summe vom gefundenen Gewichte des Kasein + wasserhaltiger SO_4Mg. abgezogen und auf diesem Wege der Werth des reinen Kaseingewichts ermittelt.

Nach dem oben angeführten Verfahren wurden 10 Analysen ausgeführt, welche folgende Werthe ergaben:

Zahl der Analysen.	Alter.	Constitution.	Zahl der Geburten.	Tag des Wochenbetts.	Casein in 20 C. C. Milch.	Eiweiss in 20 C. C. Milch.	Casein in 100 C. C. Milch.	Eiweiss in 100 C. C. Milch.	Gesammtmenge der Eiweisskörper in 100 C. C. Milch.
I.	—	—	—	—	*a*) 0,857 *b*) 0,866	*a*) 0,171 *b*) 0,162	4,305	0,832	5,137
II.	22	Mittelstark.	Zweite.	15	*a*) 0,936 *b*) 0,937	*a*) 0,171 *b*) 0,168	4,680	0,845	5,525
III.	19	Mittelstark.	Erste.	7	*a*) 0,756 *b*) 0,756	*a*) 0,162 *b*) 0,170	3,785	0,830	4,615
IV.	30	Klein.	Erste.	5	*a*) 0,743 *b*) 0,740	*a*) 0,354 *b*) 0,352	3,700	1,770	5,470
V.	28	Mittelstark.	Dritte.	12	*a*) 0,376 *b*) 0,372	*a*) 0,233 *b*) 0,227	1,870	1,150	3,020
VI.	22	Stark.	Zweite.	10	*a*) 0,425 *b*) 0,427	*a*) 0,335 *b*) 0,334	2,250	1,675	3,925
VII.	27	Mittelstark.	Zweite.	7	*a*) 0,925 *b*) 0,924	*a*) 0,120 *b*) 0,125	4,607	0,600	5,207
VIII.	18	»	Erste.	11	*a*) 0,480 *b*) 0,483	*a*) 0,258 *b*) 0,256	2,400	1,209	3,609
IX.	18	»	Zweite.	8	*a*) 0,975 *b*) 0,978	*a*) 0,138) 0,138	4,875	0,690	5,565
X.	35	Klein.	Fünfte.	13	*a*) 0,695 *b*) 0,693	*a*) 0,142 *b*) 0,145	3,475	0,725	4,200

Die jedesmal übereinstimmenden Resultate bei beiden Portionen sprechen für die Genauigkeit dieser Methode, aber die ziemlich hohen Werthe, welche in den meisten Versuchen für Kasein sowohl als auch für Milchalbumin gefunden sind und welche mit den Werthen, die durch Fällung der Milch mit Alkohol erhalten wurden, nicht übereinstimmen, lassen die ganze Methode bedenklich erscheinen. Auch ist die Methode der Behandlung mit Magnesiumsulfat recht langwierig in der Ausführung. Immerhin zeigen die obigen Versuche, dass neben einem dem Kasein der Kuhmilch im Verhalten gegen SO_4Mg. ähnlichen Eiweisskörper wie in der Kuhmilch auch in der Frauenmilch ein anderer Eiweissstoff von den Reactionen des Serumalbumin in geringerer Menge enthalten ist. Auf die Behandlnng der Milch mit Alkokol betreffs der quantitativen Bestimmung der Eiweisskörper in der Milch komme ich weiter unten zurück.

II. Darstellung und Untersuchung des Kasein der menschlichen Milch.

Bei meinen ersten Versuchen zur Darstellung des Kasein der Frauenmilch verfuhr ich folgendermassen: Die kurz vorher entnommene Milch wurde mit krystallisirter schwefelsaurer Magnesia vollständig gesättigt und mit gesättigter Lösung dieses Salzes sorgfältig ausgewaschen. Der Niederschlag dann durch anhaltendes

Waschen mit Aether von Fett befreit, vom Filter genommen und über Schwefelsäure getrocknet. Auf diesem Wege erhielt ich jedoch ein sehr unreines Product. Das Auswaschen ging wegen der langsamen Filtration schlecht von Statten, es bildeten sich leicht Pilze auf dem Filter und die Extraction der Fette gelang nur sehr schwierig. Ich versuchte daher insofern eine Modification dieses Verfahrens als ich die mit der SO_4Mg versetzte Milch mit Essigsäure schwach ansäuerte und nun im Scheidetrichter mit Aether schüttelte. Es gelang jetzt gut eine gesättigte Bittersalzlösung, welche das Albumin und den Milchzucker enthielt, von dem an der Oberfläche angesammelten Kasein abzutrennen, welche dann zum Kochen erhitzt flockige Coagulation des Milchalbumin ergab. Ebenso hatten die Fette durch Schütteln mit mehrern Portionen Aether und Abgiessen sich gut abtrennen lassen. Der Eiweisskörper konnte sich, wie die Untersuchung der vom Kasein abgelassenen Bittersalzlösung ergab, bei schwachem Ansäuren mit Essigsäure nicht verändert haben, so dass der sich auf der Oberfläche ausgeschiedene Körper nichts Anderes als Kasein sein konnte. Durch dies Verhalten des Kasein gegen Essigsäure und Aether war ausserdem klar, dass diese Kaseinausscheidung weder allein durch Aether, noch durch Zusatz von Essigsäure zu Stande kommen kann, sondern nur durch gleichzeitigen Zusatz von Aether und Essigsäure ausser der Sättigung mit SO_4Mg.

Wiederholte Versuche haben die Wahrheit des Angegebenen immer bestätigt.

Das Auswaschen des Kasein im Scheidetrichter mit mehrern Portionen von gesättigter schwach angesäuerter Bittersalzlösung gelingt ohne Schwierigkeit und ohne wesentlichen Verlust. Eine 3malige Wiederholung des Auswaschens mit grösserer Menge dieser Lösung genügte zur völligen Entfernung des Milchzuckers und in 1 ½ bis 2 Stunden kann die Procedur zu Ende geführt werden.

Aus dem bis jetzt Angegebenen ergibt sich, dass man:

1) Das Kasein der menschlichen Milch durch gesättigte schwefelsaure Magnesialösung, schwaches Ansäuern mit Essigsäure und Zusatz von Aether zur Ausscheidung bringen kann, ohne dass das Milcheiweiss dabei verändert wird;

2) Dass man die Fette durch Aether, den Milchzucker und das Milcheiweiss durch schwefelsaure Magnesialösung vollständig entfernen kann und dadurch eine vollständige Reinigung von andern Milchbestandtheilen erzielt, dafür aber eine grössere Menge von schwefelsaurer Magnesia sich dem Frauenkasein beimischt.

Das auf die bezeichnete Weise gewonnene Kasein hat eine grauweise Farbe und eine schleimigflüssige Beschaffenheit; mit Wasser zusammengebracht fällt es niemals in Flocken auf den Boden, sondern bildet immer eine gleichmässige scheinbare Lösung mit weisser starker Trübung.

Um den so erhaltenen Körper brauchbar für die Elementaranalyse zu machen und die weitern Eigenschaften desselben zu studiren, versuchte ich die schwefelsaure Magnesia zu entfernen. Durch Wasser allein lässt sich die Trennung nicht ausführen, da bei Zusatz desselben ausser dem Magnesiasalz auch etwas Kasein gelöst wird. Durch diese Löslichkeit des Kaseins in verdünnter Lösung des Salzes wird erwiesen, dass bei der angegebenen Fällung das Kasein durchaus nicht coagulirt und überhaupt in seinen wesentlichen Eigenschaften nicht verändert wird. Wäscht man nun das in der beschriebenen Weise durch schwefelsaure Magnesia gefällte Kasein der Frauenmilch mit Wasser, welches durch Essigsäure angesäuert ist, so geht kein Eiweisstoff in Lösung über, während man auf diese Weise die im Niederschlage enthaltene schwefelsaure Magnesia entfernen kann. Die abfiltrirten Flüssigkeiten geben mit Ferrocyankalium weder mit noch ohne weitern Zusatz von Essigsäure einen Niederschlag, sind also frei von Eiweisstoffen. Es ist gewiss auffallend, dass nach der Ausfällung durch gesättigte Magnesiumsulfatlösung ein geringer essigsaure Zusatz das Kasein der menschlichen Milch nicht löst, während vor der Fällung mit diesem Salze eine Fällung direct in der Milch durch noch so vorsichtigen Essigsäurezusatz nur ganz unvollkommen gelingt. Der Niederschlag des Kasein wurde bei dieser Behandlung völlig frei von schwefelsaurer Magnesia erhalten. Eine Portion desselben getrocknet, gewogen und verascht, gab nur 2 % Asche, welche Spuren von Schwefelsäure und Magnesium enthielt.

Obwohl ich nun auf diesem Wege ein reines Präparat erhielt, suchte ich doch noch nach einer schneller ausführbaren Methode der Reinigung des Kasein, weil dieser Körper eine so schleimige Consistenz besass, dass die Filtrationen sehr langsam verliefen. Eine sehr wesentliche Verbesserung ergab sich in der Anwendung von Alkohol, der den Niederschlag fester machte, so dass er zwischen Papier abgepresst und dann mit heissem Wasser gut gewaschen werden konnte. Ich behandelte die durch Sättigung mit schwefelsaurer Magnesia erhaltene Masse mit Aether und Zusatz von ein wenig Essigsäure. Die durch Abfliessen erhaltene Niederschläge behandelte ich mit Alkohol erwärmte auf dem Wasserbade, filtrirte warm und wusch mit heissem Wasser so lange aus, bis die ablaufende Flüssigkeit keine Reaction gegen Chlorbarium mehr gab.

Das auf diese Weise gewonnene Kasein hat frisch eine grauweisse Farbe, ist in kaltem sowohl als warmem Wasser unlöslich, dagegen in kaltem Alkohol von 90° in Spuren löslich, löslicher aber in warmem Alkohol; getrocknet behält dasselbe die grauweisse Farbe und bekommt eine körnig pulvrige Beschaffenheit, durch Alkalien wird es aufgelöst und durch Säuren aus dieser Lösung wieder gefällt, Ueberschuss derselben aber löst das Kasein auf.

Die Löslichkeit des Frauenkasein in 100 C. C. Alkohol von 90° habe ich zu 0,004 Gramm gefunden.

Das auf diese Weise erhaltene Frauenkasein wurde zunächst über Schwefelsäure, dann im Luftbade bis 120° C. getrocknet und analysirt. Die Quantität der

darin enthaltenen Asche betrug 2 % und bestand aus schwefelsaurem und phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia und phosphorsaurem Eisenoxyd. Die Bestimmung der die Asche zusammensetzenden Bestandtheile war wegen Mangel an Material nicht möglich.

Die erhaltenen Werthe der organischen Analyse waren:

	C.	H.	N.
I.	52,135.	7,158.	nach Dumas
II.	52,630.	7,255.	I. 14,800.
III.	52,293.	7,385.	II. 14,500.

Im Mittel:

C.	H.	N.
52,353.	7,266.	14,650.

Die Schwefel- und Phosphorsäurebestimmung gelang mir wegen der geringen mir noch zu Gebote stehenden Quantität der reinen Substanz nicht.

Zum Vergleich mit dem Kasein der menschlichen Milch stellte ich Kasein aus Kuhmilch dar, indem ich die frische Kuhmilch bis auf das 10fache Volumen mit destillirtem Wasser verdünnte, mit Essigsäure schwach ansäuerte, einen Kohlensaure - Strom hindurchleitete, auf Leinwand den Niederschlag sammelte, so lange mit destillirtem Wasser wusch, bis sich kein Zucker mehr im Filtrate nachweisen liess und das Kasein in einem Kolben bis zur vollständigen Entfernung der Fette behandelte.

Des auf diese Weise erhaltene Kuhkasein hatte frisch eine schneeweisse Farbe, eine compacte Beschaf-

fenheit, und war im Wasser sowohl wie im Alkohol löslich. Die Löslichkeit desselben in 100 C. C. destillirtem Wasser habe ich zu 0,123 Gramm gefunden, in 100 C. C. Alkohol von 90° zu 0,064 Gramm. Ueber Schwefelsäure getrocknet stellte es sich dar als eine compacte Masse von weisser Farbe mit einem Stich ins Gelbliche; durch Alkalien wurde es aufgelöst und durch Säuren daraus gefällt, Ueberschuss derselben löste den Niederschlag wieder auf. Behufs der quantitativen Bestimmung und der Elementaranalyse wurde dasselbe bei 120° C. vollständig getrocknet. Die Quantität der darin enthaltenen Asche betrug 1 % und bestand vorzugsweise aus phosphorsaurem Kalk, ausserdem Spuren von schwefelsaurer Magnesia und phosphorsaurem Eisenoxyd. Die quantitative Zusammensetzung der die Asche bildenden Bestandtheile war folgende:

Schwefelsäure	0,393
Phosphorsäure	0,534
Magnesium	0,038
Calcium	0,035
	1,000

Die mit diesem Kasein angestellten Analysen gaben folgende Werthe:

	C.	H.	N.
I.	53,229	7,350	mit Natronkalk
II.	53,503	7,717	I. 14,200
III.	53,135.	7,200.	II. 14,200
			nach Dumas:
			14,300.

im Mittel:

C.	H.	N.
53,622	7,422	14,200.

Was die Art der Verbrennung betrifft, so habe ich die Bemerkung hinzuzufügen, dass Kuhkasein nicht wie Frauenkasein auf dem Platinschiffchen vollständig sich verbrennen liess; die reichlich vorhandene Phosphorsäure im Kuhkasein schmolz und bildete darauf eine glasige Schichte, die das Hinzutreten des Sauerstoffes hinderte. Dieses Uebel wurde dadurch beseitigt, dass das fein gepulverte Kasein mit fein gepulvertem Kupferoxyd gemischt zur Analyse verwendet wurde.

Aus dem Vergleich der Kaseine beider Milcharten ist zu ersehen, dass ein Unterschied in der quantitativen Zusammensetzung vorhanden ist und zwar im Gehalt von Kohlenstoff, der nicht wohl in der verschiedenen Darstellung seinen Grund haben kann. Das verschiedene Verhalten der beiden Kaseine bei der Verbrennung deutet schon darauf hin, dass der von Lubavin in dem Kuhkasein gefundene Gehalt an Nucleïn in der menschlichen Milch entweder gar nicht vorhanden ist oder wenigstens der Quantität nach gegen das Kasein sehr zurücktritt.

Nachdem ich den Unterschied zwischen Frauen- und Kuhkasein in der procentischen Zusammensetzung festgesetzt hatte, versuchte ich, ob vielleicht Kuhkasein sich auch abweichend vom Kasein der menschlichen Milch gegen schwefelsaure Magnesia verhält.

1. Ich behandelte zu diesem Zwecke die Kuhmilch ebenso wie oben bezüglich der Frauenmilch zur Gewin-

nung des Kasein angegeben ist, und es ergab sich, dass das schwach sauer reagirende klare Filtrat aus der Kuhmilch mit schwefelsaurer Magnesia behandelt nach längerer Zeit neutral wurde und ein flockiger Niederschlag sich dabei abschied, der die Eigenschaften des Kuhkasein zu haben schien.

2) Kuhkasein zeigte sich in gesättigter sowohl wie in verdünnter schwefelsaurer Magnesialösung bei Gegenwart von Essigsäure und Alkohol oder ohne dieselben löslich, während das Frauenkasein nur in verdünnter schwefelsaurer Magnesialösung ohne Gegenwart von Essigsäure löslich ist, bei Abwesenheit von Essigsäure in gesättigter schwefelsaurer Magnesialösung sowie in Alkohol unlöslich ist.

3) Das von Fett, Milchzucker und Milcheiweiss befreite Kuhkasein hat frisch eine schneeweisse Farbe, eine compactere Beschaffenheit, mit Wasser zusammengebracht fällt es in einiger Zeit in Flocken auf den Boden, während das Frauenkasein eine grauweisse Farbe und eine schleimige Beschaffenheit besitzt, mit Wasser zusammengebracht, als feinflockiger Niederschlag der nur langsam zu Boden fällt.

So wie sich das Verhalten des Kaseins der Frauenmilch und der Kuhmilch verschieden erwiesen hat, glaube ich nach einigen Versuchen über das Albumin der beiden Milcharten noch hier einen Unterschied annehmen zu müssen, wenn es mir auch nicht möglich gewesen ist, durch die Analyse die Uebereinstimmung oder Verschiedenheit der Zusammensetzung beider zu ermitteln.

Dass die Milch neben dem Kasein noch einen andern Eiweissstoff enthalte, wurde von Schübler(*) zuerst ausgesprochen, aber nicht erwiesen. Lieberkühn(**) hielt den Zieger Schüblers für eine Modification des Kasein, ein von seinem Alkali befreites Kasein, das sich in Säuren löst. Auch C. G. Lehmann leugnet die Anwesenheit von Albumin in der Milch, hält auch den Eiweissstoff des Colostrum für verschieden von Albumin.

Hoppe(***) hat nach einem neuen Verfahren die Existenz des Albumins in der Milch zu beweisen gesucht. Er trieb einen continuirlichen Milchstrom durch einen menschlichen, vorher durch Wasser und Alkohol gereinigten Harnleiter hindurch und bekam eine schwach opalesirende Flüssigkeit, die beim Erhitzen auf 70—75° C. eine Gerinnung in Flocken gab, die sich gut durch Filtration abscheiden liess; das Filtrat gab mit ein wenig Essigsäure oder Chlorcalciumauflösung einen weitern flockigen Niederschlag.

Zahn(****) filtrirte frische Milch mittelst Luftdruck durch Thoncylinder und bekam im Filtrate einen Eiweisskörper, welcher auch bei alkalischer Reaction durch blosses Erwärmen coagulirte, das weitere Verhalten

---

(*) Landwirthschaftliche Blätter von Fellenberg 1817. V. 119.

(**) Pogg. Ann. Bd. 86. p. 298. 1852.

(***) Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. XVIII. p. 421. 1859.

(****) Untersuchungen über die Eiweisskörper der Milch. Pflüger's Archiv 1869. p. 605.

gegen andere Reagentien liessen ihn von Serumeiweiss nicht unterscheiden.

Kemmerich(*) glaubte eine theilweise Umwandlung des in der Milch enthaltenen Albumin zu Kasein bewiesen zu haben.

Bouchard und Quevenne(**) wollen einen andern Eiweisskörper in der Milch entdeckt haben, den sie Albuminose nannten und der durch Säuren in der Wärme nicht, wohl aber durch Gerbsäure oder Alkohol gefällt wird.

Millon und Comaille(***) bekamen denselben Körper durch Fällen mit Quecksilbernitrat und nannten ihn Laktoproteïn.

Es ist einleuchtend, dass dieser Eiweissstoff von Quevenne und von Millon und Comaille mit dem Serumalbumin nichts gemein hat. Ich habe besondere Untersuchungen über denselben nicht angestellt.

Ich suchte nun durch einige vergleichende Reactionen folgende Fragen zu entscheiden:

1) Ist das Milcheiweiss in der Frauen- und Kuhmilch dasselbe?

2) Ist das Milcheiweiss beider Milchsorten mit dem Serumeiweiss beider Blutsorten identisch?

Um die erste Frage zu beantworten, sättigte ich sowohl Frauen- als Kuhmilch mit krystallisirter schwefel-

---

(*) Beiträge zur physiol. Chemie der Milch. Pflüger's Archiv 1869. p. 401.

(**) Du lait 1857. II. p. 36.

(***) Compt. rend. 1865.

saurer Magnesia, verdünnte mit gesättigter Bittersalzlösung, filtrirte den Niederschlag ab, wartete auf die Fällung des übrigen Kasein in der Kuhmilch und filtrirte denselben noch einmal ab. Ich erhielt auf diese Weise zwei Flüssigkeiten, in denen das Milcheiweiss in klarer Lösung war und versuchte dann die schwefelsaure Magnesia zu entfernen, damit ich beide Eiweissstoffe frei von Salzen untersuchen könnte. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass durch Diffusion die schwefelsaure Magnesia nicht wohl entfernt werden konnte, ohne dass das Eiweiss sich verändert hatte, versuchte ich die Eigenschaften desselben in der geschilderten Lösung selbst zu studiren. Es ergab sich, dass Fraueneiweiss bei Behandeln mit Säuren und beim Erhitzen einige fadenförmige Coagula mit einem feinkörnigen Niederschlag bildete, der sich niemals auf den Boden setzte, während Kuheiweiss mit denselben Reagentien eine grobsandförmige Coagulation zeigte, die sich nach einiger Zeit zu Boden setzte. Obwohl auffallend genug für das Auge war dieser Unterschied doch nicht genügend, eine wesentliche Verschiedenheit beider Stoffe anzunehmen. Nach mehrern misslungenen Versuchen, die in der Absicht unternommen waren, das Albumin aus beiden Milcharten möglichst rein abzuscheiden, kann ich schliesslich auf folgende einfache Weise der Darstellung des Frauen- und Kuhmilcheiweisses. Ich brachte die Milcheiweiss enthaltende gesättigte schwefelsaure Magnesialösung in einen Glaskolben, versetzte mit Alkohol, erwärmte die Mischung und brachte sie in einen Scheidetrichter. Das gefällte Milcheiweiss stieg wegen

seines leichtern spec. Gewichts an die Oberfläche; die fast klare Flüssigkeit liess ich ablaufen, brachte das gefällte Milcheiweiss auf ein Filter und wusch es mit warmem Wasser bis zur vollständigen Entfernung der schwefelsauren Magnesia.

Das auf diese Weise erhaltene Kuheiweiss hatte, frisch dargestellt eine schneeweisse Farbe, war in Alkohol und Wasser in Spuren löslich, getrocknet stellte es sich als eine compacte Masse von gelblichem Aussehen dar, wurde durch Alkalien aufgelöst und daraus durch Säuren gefällt, während das Frauenmilcheiweiss eine grauweisse Farbe hatte sowie eine körnige Beschaffenheit; in Alkohol und Wasser war es nicht löslich, beim Trocknen behielt es dieselbe Beschaffenheit bei, und sein sonstiges Verhalten war dem des Kuheiweisses ähnlich.

Es kann hiernach wohl nicht zweifelhaft sein, dass der Albuminniederschlag der Kuhmilch etwas Kasein enthielt, welches in Alkohol oder Wasser etwas löslich ist. Es würde aber gewiss ein sehr langes Waschen mit diesen Lösungsmitteln erfordert haben, wenn man es von dieser Verunreinigung befreien wollte.

Im Vergleich mit den Albuminstoffen aus der Kuh- und Frauenmilch habe ich noch Versuche an Serum von Menschen- und Rindsblut ausgeführt und mich überzeugt, dass in beiden Stoffe enthalten sind, die nach Fällung des Serum mit Essigsäure, Kohlensäure und Wasser und nachheriger Sättigung der klar abfiltrirten Lösung mit Steinsalz in Lösung bleiben, aber durch schwefelsaure Magnesia bis zur Sättigung eingetragen, dann gefällt

werden. Die Möglichkeit, dass etwas Paraglobulin der Fällung durch die vorher angewandten Stoffe entgangen sei und dann durch das Magnesiumsulfat gefällt werde, ist noch nicht ausgeschlossen; bei der geringen Quantität, in welcher diese Niederschläge gewonnen werden, wird es schwierig sein, ihre Beziehungen zu den Globulinsubstanzen oder Albuminaten sicher festzustellen.

Ueber die Löslichkeit der Eiweissstoffe der Frauen- und Kuhmilch in Wasser und Alkohol.

Um die Löslichkeit der Eiweissstoffe der Milch zu prüfen, war die Fällung des Kasein durch Magnesiasulfat nicht anwendbar; ich isolirte dieselben desshalb für diesen Zweck durch Fällung mit Alkohol und untersuchte dann ihr Verhalten zur Entscheidung folgender Fragen:

1) Ob und welche Unterschiede zwischen dem durch Alkohol gefällten Kuhkaseineiweiss und Frauenkaseineiweiss sich nachweissen lassen.

2) Ob die gesammte Menge der Eiweisskörper in der Milch durch Alkohol von einer bestimmten Concentration gefällt werden kann.

3) Ob die gesammte Quantität der Eiweisskörper in der Frauen- und Kuhmilch sich bestimmen lässt und auf welche Weise.

Zur Beantwortung der ersten Frage wurden beide Milchsorten auf folgende Weise behandelt:

Frauen- und Kuhmilch wurde mit dem 3fachen Volumen Alkohol von 85 % kalt behandelt und die

gefällten Eiweissstoffe nach 5 Stunden abfiltrirt, zur Entfernung des Milchzuckers der Rückstand mit kaltem Alkohol von 56 % und zur Entfernung der Fette mit Aether behandelt. Bei der Behandlung mit Aether zeigten die Eiweisskörper der Kuhmilch eine grobflockige Beschaffenheit von weisser Farbe, während die der Frauenmilch feine Flocken bildeten und grauweisse Farbe hatten. Im Wasser sowohl wie im Alkohol waren beide löslich. Von dem Frauencaseinkasein waren in 100 C. C. Wasser nach 24 Stunden 0,012 Gramm gelöst, vom Kuhkasein dagegen 0,062; in Alkohol von 85 % unter denselben Umständen betrug die Löslichkeit des ersten 0,00', des letztern 0,030 Gramm.

Man ersieht daraus, dass Unterschiede zwischen dem durch Alkohol gefällten Frauen- und Kuheiweisskasein in der Farbe und der Löslichkeit sich vorfinden. Es wird hierdurch nicht allein die erste, sondern zugleich die zweite Frage entschieden: denn es ist natürlich unmöglich, eine vollständige und gleichmässige Abscheidung zu erhalten, wenn diese Substanzen in Wasser und in Alkohol löslich sind. Es ist jedoch die Löslichkeit der Eiweissstoffe der menschlichen Milch im Alkohol von 85° eine so geringe, dass bei einiger Vorsicht und Fällung der Milch in der Kälte durch Alkohol der in Lösung bleibende Theil ein verschwindender ist und die Bestimmung der Eiweissstoffe mittelst ihrer Abscheidung durch Alkohol jedenfalls viel genauer sein muss als mittelst der jetzt beliebten Stickstoffsbestimmung.

Obgleich die dritte Frage somit gleichfalls eigent-

lich ihre Erledigung gefunden hat, hielt ich es doch für zweckmässig, durch den Versuch die Richtigkeit diesser Schlussfolgerung zu constatiren. Es wurden zwei einander controlirende Portionen von 50 C. C. sowohl Frauen als Kuhmilch mit dem 3fachen Volumen Alkohol von 85 % gemischt, 5 Stunden stehen gelassen, durch ein vorher bei 120° getrocknetes und zwischen geschliffenen Uhrgläsern gewogenes Filter von schwedischem Papier abfiltirt, mehrmals bis zur Entfernung des Zuckers mit verdünntem Alkohol von 56 %, dann mit Aether bis zur vollständigen Entfernung der Fette gewaschen, der Rest vollständig bei 120° getrocknet, gewogen und verascht, der Alkohol vom gesammten Filtrat abdestillirt, der Rest bis zur Trockenheit abgedampft, der Rückstand in etwas Wasser aufgelöst und filtrirt, die Fette mit Aether, der Milchzucker mit destillirtem Wasser vollständig entfernt, der Rückstand getrocknet, gewogen und verascht. Im Filtrat liessen sich keine oder kaum wägbare Quantitäten von Eiweiss nachweisen. Ich habe mich mehrfach davon überzeugt, dass die von Brunner geäusserte Besorgniss, dass bei der Fällung mit Alkohol und Auswaschen mit demselben Milchzucker im Niederschlag bleiben könne, durchaus unbegründet ist.

Bei diesem Verfahren ergaben sich folgende Resultate:

In 100 C. C. Frauenmilch:

I. Portion.

	A.	B.
Gefälltes Kasein und Albumin	2,289	— 2,297
Der Alkoholfällung entzogenes Kasein.	0,045	— 0,050
Summa der Eiweissstoffe =	2,334	— 2,347
Gesammtmenge der Salze . .	0,162	— 0,150

II. Portion.

	A.	B.
Gefälltes Kasein und Albumin	2,158	— 2,162
Der Alkoholfällung entzogenes Kasein.	0,047	— 0,054
Summa der Eiweissstoffe =	2,205	— 2,216
Gesammtmenge der Salze . .	0,158	— 0,165

In 100 C. C. Kuhmilch:

I. Portion.

	A.	B.
Gefälltes Kasein und Albumin	2,623	— 2,618
Der Alkoholfällung entzogenes Kasein.	0,102	— 0,112
Summa der Eiweissstoffe =	2,725	— 2,730
Gesammtmenge der Salze . .	0,287	— 0,287

II. Portion.

	A.	B.
Gefälltes Kasein und Albumin	2,897	— 2,998
Der Alkoholfällung entzogenes Kasein.	0,100	— 0,095
Summa der Eiweissstoffe =	2,997	— 3,093
Gesammtmenge der Salze . .	0,265	— 0,263

Man ersieht daraus, dass eine quantitative Bestimmung der Eiweisskörper in der Frauen- und Kuhmilch auf die oben angeführte Weise recht wohl ausführbar ist, und dass die Werthe der Eiweisskörper in der Frauenmilch kleiner sind als in der Kuhmilch.

Um die Frage von den Extractivstoffen, ob und welche stickstoffhaltige Extractivstoffe in beiden Milchsorten vorhanden sind, zu lösen, verdampfte ich das zweite bei Behandlung mit Wasser erhaltene Filtrat beider Milchsorten bis zur Trockne. Im trocknen Rückstand von Frauenmilch liessen sich keine stickstoffhaltigen Stoffe nachweisen, wohl aber in dem der Kuhmilch. Bezüglich der Extractivstoffe also können beide Milchsorten sich nicht gleich verhalten, doch muss wegen der Löslichkeit des Kuhkasein in Wasser sowie in Alkohol jedes Extract der Kuhmilch etwas Stickstoff enthalten.

Um zu erkennen, welcher Art die stickstoffhaltigen Extractivstoffe in der Kuhmilch sein mögen, löste ich den oben genannten trocknen Rückstand in Wasser völlig auf, versetzte die Auflösung mit Bleiacetat, filtrirte sie ab, löste den Rückstand in Wasser auf, fällte das überflüssige Bleiacetat sowohl vom aufgelösten Rückstand als vom Filtrat desselben durch einen Strom von Schwefelwasserstoff, filtrirte den Niederschlag beider Auflösungen ab, verdampfte beide Filtrate bis zur Trockene und konnte in beiden Rückständen Stickstoff nachweisen. In der Kuhmilch sind also ausserdem solche stickstoffhaltige Extractivstoffe enthalten, die durch

Bleiacetat gefällt und andere die nicht gefällt werden. Von den letztern wäre wohl Harnstoff anzunehmen.

Meine Untersuchungen in dieser Richtung reichen nur so weit.

In diesem Abschnitt habe ich also Folgendes nachgewiesen:

1) Dass Unterschiede zwischen den durch Alkohol gefällten Eiweissstoffen in der Frauen- und Kuhmilch vorhanden sind;

2) Dass die Gesammtmenge der Eiweissstoffe in der Frauen- und Kuhmilch durch Alkohol von 85 % nicht vollkommen gefällt werden kann.

3) Dass man die Menge der der Alkoholfällung entzogenen Eiweisskörper sehr annähernd bestimmen kann, wenn man das Alkoholfiltrat bis zur Trockene abdampft, das Getrocknete in Wasser aufnimmt, auf einem gewogenen Filter abfiltrirt, mit Wasser bis zur vollständigen Entfernung des Milchzuckers abwäscht, den Rückstand trocknet und verascht;

4) Dass in der Frauenmilch stickstoffhaltige Extractivstoffe nicht vorhanden sind, während in der Kuhmilch solche gefunden werden, die von Bleiacetat gefällt und andere, die nicht gefällt werden können.

Mit Rücksicht auf die Angaben von Lieber-

mann(*) habe ich auch die Methode von Hoppe-Seyler in einigen Versuchen hinsichtlich der durch sie erreichten Genauigkeit geprüft. Es ist bekannt, dass diese Methode für menschliche Milch nicht anwendbar ist, meine Versuche beziehen sich nur auf Kuhmilch. Ich verfuhr nach den Angaben von Hoppe-Seyler, fällte aber gleichzeitig mehrere Portionen derselben Kuhmilch mit Wasser, Essigsäure und Kohlensäure und wählte für die weitere Untersuchung diejenigen Portionen aus, welche die klarste Flüssigkeit über dem Niederschlag zeigte. Nach dem Abfiltriren des Kasein und dann des Albuminniederschlags wurde die wässerige Lösung zur Trockne verdunstet, mit Aether der Rückstand extrahirt, dann in wenig Wasser gelöst, der Niederschlag auf gewogenem Filter gesammelt, mit Alkohol gewaschen, getrocknet und gewogen.

Ich erhielt auf diesem Wege folgende Werth:

I. Portion.

	Prozentgehalt.
Gefälltes Kasein	3,280
Gefälltes Eiweiss	0,525
Der Fällung entzogenes Kasein. . . .	0,125
Summe der Eiweissstoffe.	3,930
Gesammtmenge der Salze	0,065

(*) Ueber den Stickstoff- und Eiweissgehalt der Frauen- und Kuhmilch, Sitzung der k. Akad. d. W. München, II. Abtheil. Juniheft 1875.

II. Portion.

Gefälltes Kasein	3,289
Gefälltes Eiweiss	0,523
Der Fällung entzogenes Kasein. . . .	0,137
Summe der Eiweissstoffe.	3,949
Gesammtmenge der Salze	0,065

Diese wenigen Versuche, deren Zahl zu vergrössern mir die Zeit fehlte, erweisen, dass allerdings ein nicht zu vernachlässigender Theil des Kasein bei dieser Fällung der Milch mit viel Wasser, Essigsäure und Kohlensäure in Lösung bleibt, und es ist anzunehmen, dass bei nicht genügendem oder zu reichlichem Zusatz von Essigsäure die Quantität des gelöst bleibenden Theils von Kasein noch grösser sein wird, aber es ist die Methode, die an Schnelligkeit der Ausführung alle andern mit Ausnahme der Alkoholfällung übertrifft; dennoch selbst zur möglichst genauen Bestimmung verwendbar, wenn die klare abfiltrirte wässerige Flüssigkeit auf sehr kleines Volumen Alkohol gefällt und der in dieser Weise gefällte Kaseinrest auf kleinem Filter gesammelt, mit kaltem Alkohol gewaschen, getrocknet und gewogen wird. Es wird auch durch mehrere Versuche sich der Werth des in Lösung bleibenden Kasein ermitteln und eine brauchbare Correction anbringen lassen, ohne dass das Eindampfen des Filtrats ausgeführt wird.

Zum Schluss will ich noch eine Bestimmung des spec. Drehungsvermögens des aus Frauenmilch gewonnenen Milchzuckers, die ich ausgeführt habe, erwähnen.

Die Milch war mit Alkohol gefällt, aus der alkoholischen Lösung der Milchzucker krystallinisch gewonnen und mehrmals umkrystallisirt. Die schliesslich zur Bestimmung verwendete Lösung des Zuckers war eine wässerige, welche bei + 4° in 100 Raumtheilen 6,154 Gewichtstheile Milchzuker trocken bei 100° = $C_{12}H_{24}O_{12}$ enthielt. Sie wurde bei Beleuchtung mit Natriumlicht im Wild'schen grossen Polaristrobometer auf ihre Drehung im 200$^{mm.}$ langen Rohr untersucht und die Drehung + 6°,45 erhalten. Die spec. Drehung des Milchzuckers würde sich nach dieser Bestimmung zu $(\alpha)_D$ = + 52°,40 für $C_{12}H_{24}O_{12}$ ergeben. Es ist jedoch diese eine Bestimmung als eine definitiv genügende gewiss nicht zu betrachten. —

Am Schlusse dieser Arbeit, die ich im Sommersemester 1875 auf Anregung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Hoppe-Seyler unternommen habe, fühle ich mich verpflichtet, demselben für den in hohem Masse auf's freundlichste zu Theil gewordenen Beistand öffentlich meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.